

Les cours, notes de cours et de TD ainsi qu'une calculatrice scientifique sont admis.

**Question 1 – 10 points**

1. Qu'est-ce qu'un amortissement modal ? Quelles en sont les conditions ? En quoi est-ce intéressant d'avoir un amortissement modal dans un système mécatronique ? Par quelles dispositions constructives peut-on avoir un amortissement modal dans un système mécanique géométriquement symétrique ?
2. Quels sont les caractéristiques d'un bruit pseudo-blanc mis en oeuvre en simulation numérique ? Que faudrait-il faire pour se rapprocher le plus possible d'un bruit blanc ? Est-ce réaliste et pourquoi ?
3. Commenter la quatrième colonne du tableau résumant le chapitre sur la commande optimale de systèmes mécaniques à charges aléatoires.

**Question 2 – 5 points**

Donnez l'équation du mouvement du système masse-ressort-amortisseur de la figure 1 ci-contre sous la forme canonique de la mécanique. Transformez cette équation en équation d'état. Explicitez en les matrices et vecteurs.

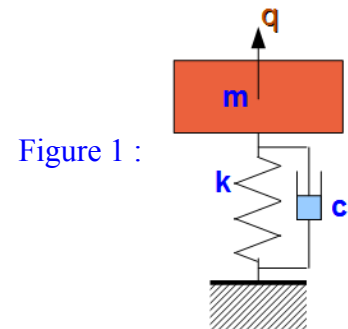


Figure 1 :

**Question 3 – 5 points**

Le système représenté figure 2 (a) comporte 2 masses qui peuvent se mouvoir en translation dans le plan du dessin. La figure 2 (b) montre 4 excitations agissant sur les 2 masses dans les directions  $x$  et  $y$ . Ces excitations extérieures indépendantes sont modélisées par des bruits blancs.

La figure 2 (c) montre que l'objectif est de diminuer, dans des proportions spécifiées par l'utilisateur, la vibration verticale de la masse  $m_1$  et horizontale de la masse  $m_2$ . Cet objectif doit être atteint à l'aide de 2 actionneurs, le premier agissant verticalement entre la fondation et la masse 1, le second agissant horizontalement entre les 2 masses. Deux capteurs de déplacement sont également nécessaires, le premier mesure la variation de distance horizontale entre les 2 masses, le second, la variation de distance verticale de la masse 2.

Définissez le vecteur des coordonnées généralisées  $q$ , les matrices des actionneurs  $B$ , des excitations extérieures  $D$ , des sorties  $C_p$  et  $C_r$  et des capteurs  $M_p$  et  $M_r$ . Précisez bien leurs dimensions.

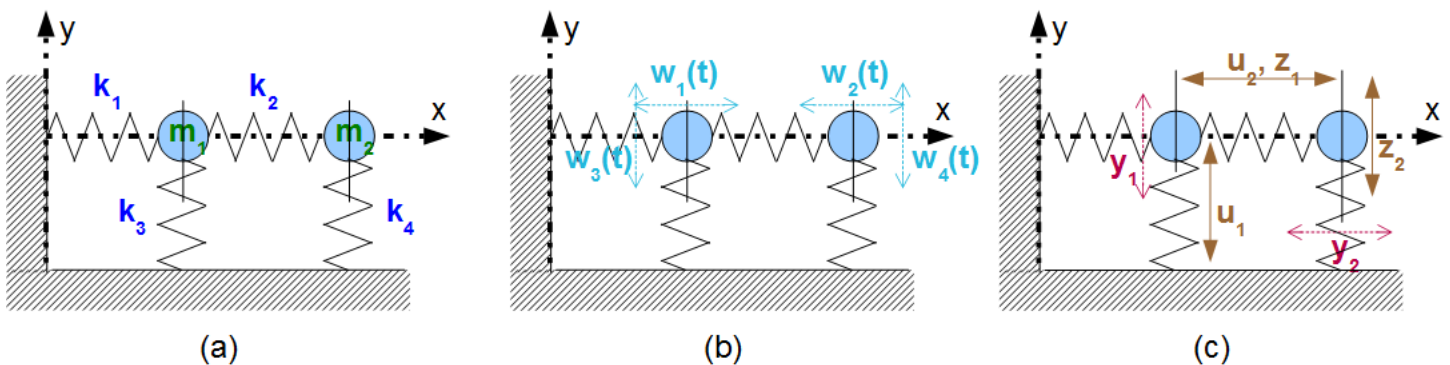


Figure 2